云 南 植 物 研 究 1995; 17 (4): 415—419
Acta Botanica Yunnanica

滇东南老君山自然保护区蕨类物种多样性研究*

陆树刚[1] 成 晓[2]
([1] 云南大学生态学与地植物学研究所，昆明 650091)
([2] 中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204)

摘要 本文在分类和区系的基础上，对老君山自然保护区蕨类物种进行多样性研究。结果如下：(1) 蕨类物种丰富，物种多样性指数较高；(2) 物种密度及个体密度均较大；(3) 频度最大的物种为中华桫椤等；(4) 相对多度最多者为斑点毛鳞蕨；(5) 物种形态各异，大小差别悬殊；(6) 分类群比较齐全而且其系统演化的位置多样；(7) 地理成分复杂但以北部湾或滇东南山地特有成分最突出；(8) 各种生态类型兼备。
关键词 蕨类植物，物种多样性，自然保护区，老君山，滇东南

A STUDY ON THE SPECIES DIVERSITY OF PTERIDOPHYTES FROM THE LAOJUN MOUNTAIN NATURE RESERVE, SE.YUNNAN

LU Shu-Gang[1], CHENG Xiao[2]
([1] *Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University,* Kunming 650091)
([2] *Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences,* Kunming 650204)

Abstract This paper deals with the species diversity of pteridophytes from the Laojun Mountain Nature Reserve based on taxonomic and floristic studies. The results show: (1) Richness in pteridophytes species demonstrated by the following large species diversity indices, Dmg index 17.9, Dmn index 2.1, Dri index 41.1 and Dsi index 0.98; (2) High species density (0.02 species / m^2) and high individual density (0.6 individual / m^2) of pteridophytes; (3) The species occuring most frequently are *Alsophila costularis* (50.0%), *Egenolfia appendiculata* (50.0%) and *Polypodiodes amoena* (50.0%); (4) The species with the largest relative abundance is *Tricholepidium maculosum* (5.2%); (5) Great morphological diversity and variations in size of pteridophytes; (6) The taxa are relatively complete and diversified in phylogeny; (7) The geographical elements are complexity and outstanded by mountainous endemic species of Tonkin Gulf of SE. Yunnan; (8) Ecological diversity.
Key words Pteridophytes, Species diversity, Nature reserve, The Laojun Mountain, SE. Yunnan

一、自然地理概况

1. 地理位置

* 中国科学院昆明植物研究所生物地理与生物多样性开放研究实验室基金资助项目
1994-10-18 收稿，1994-12-01 修回

老君山自然保护区位于云南东南部，地处紧靠中越边境的麻栗坡，马关两县交界处。其地理位置在北纬22°54′—22°58′和东经104°34′—104°42′之间。总面积为4509 hm^2[1]。

2. 自然环境

老君山自然保护区属于热带北缘地带滇东南中山河谷地区[2]，地形复杂，地势陡峻，箐沟深切。区内有4座海拔超过2000 m的山峰，其中最高峰的海拔为2579 m，而保护区范围的最低海拔为1148 m，老君山山下河谷的海拔则不及600 m。岩石主要有白垩纪花岗岩。土壤有赤红壤、黄壤和黄棕壤等。

该自然保护区的气候受东南季风控制，年降雨量1318.3 mm，年平均气温17.2℃，全年温暖湿润。保护区范围内的植被类型有季风常绿阔叶林、山地苔藓常绿阔叶林和山顶苔藓矮曲林等。

3. 植物区系背景

在植物区系区划上，老君山自然保护区属于北部湾植物地区[3]，植物种类丰富独特。在蕨类植物中，具有圆基原始观音座莲 *Archangiopteris subrotunda* Ching, 云南观音座莲 *Angiopteris yunnanensis* 和云南瘤足蕨 *Plagiogyria yunnanensis* Ching 等许多古特有种类。该自然保护区目前已知共有蕨类植物44科，115属，258种（包括变种和变型），蕨类物种密度达5.7种／km^2。在面积不及全国二十万分之一的区域里，其蕨类物种约有全国的十分之一，老君山蕨类物种之丰富程度显而易见。

二、研究方法

1. 生境的选择及取样

蕨类植物对森林植被具有较大的依赖性，只有原始植被保存完好的生境，原有的蕨类物种及其个体数目方保存齐全。因此，本文所属的样方材料以原始森林植被保存完整的生境为主，在此生境范围内，选择不同的坡度和坡向，不同的海拔和地形等进行取样。样方面积为20m×20m，分别记录每一样方内蕨类物种的数目及种群个体数目。对于根状茎横走而成片生长的物种和攀附的物种，其种群个体数目则进行估算测定计数。取样的数目则以新增加的蕨类物种明显地减少为止。

2. 多样性指数的选择及其意义

（1）物种丰度指数　物种丰度指数又称物种多度指数，主要用来测定某一空间范围之内（群落或样方）的物种数目，表达该空间范围内某类物种的丰富程度。如果在一定空间范围内某类物种的物种数目越多，个体数目越少，那么该空间范围的物种丰度指数或多度指数就越大。本文选择 Margalef 指数、Menhinick 指数和物种丰度指数（Richness index）为代表，其表达式分别如下：

$$Dmg = (S-1) / \ln N$$

$$Dmn = S / \sqrt{N}$$

$$Dri = (S-1) / \log N$$

式中S为物种数，N为总个体（植株）数。

（2）结合物种多度和种群丰度的多样性指数　该类指数受样方或群落中种群丰度的影响。在一定的空间范围（样方或群落）之内，如果某一物种的种群丰度很大，则该空间范围的多样性指数很小；如果个体数目少而且种群丰度均匀，则多样性指数大。在此类指数中，本文以 Simpson 指数为代表，其表达式如下：

$$Dsi = 1 - \sum_{i=1}^{s} (Pi)^2$$

式中Pi是在样方或群落中i物种个体数占全部S物种个体数的比例。

（3）其他多样性特征　植物群落学中的一些数量特征，例如物种密度、物种频度、物种相对多度和

个体密度等也能比较直观地表达物种的多样性程度。而植物系统分类、区系地理和生态类型等方面的分析也有助于解释物种多样性的成因。

三、结果与分析

1. 多样性指数

在老君山自然保护区所调查的 22 个 20m × 20m 的样方范围内，蕨类物种总数为 153 种，个体总数为 5233 株。根据计算结果，几种物种多样性指数分别如下：Margalef 物种多度指数（Dmg）为 17.9；Menhinick 物种多度指数（Dmn）为 2.1；物种丰度指数（Dri）为 41.1；结合物种多度和种群丰度的多样性指数（Simpson 指数，Dsi）为 0.98（表 1）。

表 1 老君山蕨类物种多样性指数

Table 1　The species diuersity index of Pteridophytes from Laojun Mountain

样　方 20m × 20m	海　拔 Altitude(m)	个体数 Numb.of ind.	种　数 Numb.of sp.	增加种 Add species	累加种 Accumulate	Dmg	Dmn	Dri	Dsi
1	1300	336	14	0	14	2.2	0.8	5.2	0.86
2	1300	421	24	19	33	3.8	1.2	8.8	0.88
3	1300	226	14	4	37	2.4	0.9	5.5	0.82
4	1300	359	34	22	59	5.6	1.8	12.9	0.95
5	1300	417	22	6	65	3.5	1.1	8.0	0.94
6	1300	507	30	7	72	4.7	1.3	10.7	0.95
7	1300	252	31	11	83	5.2	2.0	12.5	0.95
8	1000	289	21	7	90	3.5	1.2	8.1	0.80
9	1300	143	17	5	95	4.9	1.4	7.4	0.89
10	1400	232	21	4	99	3.8	1.4	8.5	0.93
11	1400	326	16	6	105	2.6	0.9	6.0	0.61
12	1200	146	11	6	111	2.0	0.9	4.6	0.89
13	1400	240	28	6	117	4.9	1.8	11.3	0.95
14	1500	129	22	5	122	4.8	1.9	10.0	0.94
15	1600	141	20	4	126	3.8	1.7	8.8	0.93
16	1700	111	14	6	132	2.8	1.3	6.8	0.83
17	1800	137	15	6	138	2.8	1.3	6.6	0.89
18	1900	85	13	5	143	2.7	1.4	6.2	0.91
19	1500	241	35	5	148	6.2	2.3	14.2	0.96
20	1500	156	26	1	149	5.0	2.1	11.9	0.96
21	1500	221	19	3	152	3.3	1.3	7.7	0.78
22	1300	112	15	1	153	3.2	1.4	6.8	0.90
总　数 Totol		5233	153			17.9	2.1	41.1	0.98

2. 群落数量特征

在 22 个 20m × 20m 的样方范围内，共有蕨类植物 153 种和 5233 株个体。根据计算结果，样方范围内的蕨类物种密度为 1 种／57m^2 或 0.02 种／m^2，蕨类个体密度为 0.6 株／m^2。

在 22 个样方中，频度达 30%以上的蕨类物种有中华桫椤（*Alsophila costularis*）等 16 种（表 2），相对多度达 2%以上的蕨类物种有斑点毛鳞蕨（*Tricholepidium maculosum*）等 12 种（表 3）。

3. 物种形态的多样性

在老群山自然保护区范围内，蕨类物种形态差异显著，有高达 10 m 的树状蕨类，如中华桫椤和大叶黑桫椤 *Cymnosphaera gigantea* 等，叶片长达 3 m 的云南观音座莲 *Angiopteris yunnanensis*, 也有植株大

小不及人指甲的单叶假脉蕨 *Microgonium sublibotum*；有根状茎直立的草本，如草质假复叶耳蕨 *Acrorumonra haseltii* 等，也有藤本蕨类植物，如藤石松 *Lycopodiastrum casuarinoides* 等；在营养繁殖方面，有通过块茎繁殖的肾蕨 *Nephrolepis auriculata*，有通过叶尖着地生根而长出新植株的长叶实蕨 *Bolbitis heteroclita* 等，也有通过叶轴中部的珠芽繁殖后代的稀子蕨 *Monachosorum henryi*。

表2 老君山蕨类物种频度大于30%的种类

Table 2 The species with more than 30% frequency of pteridophytes from Laojun Mountain

种类 Species	频度 Frequency(%)	种类 Species	频度 Frequency(%)
中华桫椤 Alsophila costularis	50.0	东方乌毛蕨 Blechnum orientale	36.4
刺蕨 Egenolfia appendiculata	50.0	灰绿耳蕨 Polystichum eximium	36.4
友水龙骨 Polypodiodes amoena	50.0	薄叶卷柏 Selaginella doedereinii	31.8
膨大短肠蕨 Allantodia dilatata	45.5	褐色短肠蕨 Allantodia himalayensis	31.8
江南星蕨 Microsorium henryi	45.5	假剑叶铁角蕨 Asplenium loxogrammoides	31.8
狗脊蕨 Woodwardia japonica	40.9	倒挂铁角蕨 Asplenium normale	31.8
稀羽鳞毛蕨 Dryopteris sparsa	40.9	曲边线蕨 Colysis flexiloba	31.8
石韦 Pyrrosia lingua	40.1	羽裂星蕨 Microsorium dilatatum	31.8

表3 老君山蕨类物种相对多度大于2%的种类

Table 3 The species with more than 2% relative abundance of pteridophytes from Laojun Mountain

种类 Species	相对多度(%) Relative abundance	种类 Species	相对多度(%) Relative abundance
斑点毛鳞蕨 Tricholepidum maculosum	5.2	江南星蕨 Microsorium henryi	3.1
鳞始蕨 Lindsaea odorata	5.0	芒萁 Dicranopteris pedata	2.6
阴湿铁角蕨 Asplenium obliquissimum	4.8	薄叶卷柏 Selaginella doederleinii	2.5
倒挂铁角蕨 Asplenium normale	4.2	刺蕨 Egenolfia appendiculata	2.4
石韦 Pyrrosia lingua	3.8	大羽芒萁 Dicranopteris ampla	2.3
肾蕨 Nephrolepis auriculata	3.4	褐叶星蕨 Microsorium superficiale	2.1

4. 系统演化的多样性

在老君山自然保护区范围内，共有蕨类植物44科，115属，258种，分别占全国总数63科223属约2600种的69.8%，51.6%和9.9%，分类群齐全多样。

按照秦仁昌系统（1978年）的排列，老君山自然保护区的蕨类植物既有最原始的石杉属 *Huperzia* 和马尾杉属 *Phlegmariurus*，又有陆生蕨类中最进化的革舌蕨属 *Scleroglossum* 和剑蕨属 *Loxogramme*，在厚囊蕨纲中，以观音座莲属 *Angiopteris* 和原始观音座莲属 *Archangiopteris* 的种类为代表，既有叶柄具瘤的河口观音座莲 *Angiopteris hokouensis*，又有叶柄具沟槽的云南观音座莲 *Anggiopteris yunnanensis* 和王氏观音座莲 *A. wangii*，既有叶片为一回羽状的圆基原始观音座莲 *Archangiopteris subrotunda*，又有介于观音座莲属和原始观音座莲属之间的叶片为二回羽状的二回原始莲座蕨 *Archangiopteris bipinnata*。在薄囊蕨纲中，以瘤足蕨属为代表，该属的大瘤足蕨 *Plagiogyria maxima* 和形体最小的云南瘤足蕨 *Plagiogyria yunnanensis* 均分布于老君山并且代表着属下的两个组。

5. 地理成分的多样性

老君山自然保护区蕨类植物的地理成分复杂多样，但以热带—亚热带过渡的成分和山地特有成分为

其主要特征。在低海拔的河谷或山箐，有溪边假毛蕨 *Pseudocyclosorus ciliata* 和崖姜蕨 *Pseudodrynaria coronans* 等亚洲热带成分分布，在中高海拔范围，又有膜边肋毛蕨 *Ctenitis clarkei* 和栗鳞假瘤蕨 *Phymatopteris ebenipes* 等中国-喜马拉雅成分分布，在 1000—2000 m 范围则有众多的北部湾山地特有成分或滇东南山地特有成分分布，例如椭圆叶马尾杉 *Phlegmariurus henryi*、云南观音座莲、云南瘤足蕨、大瘤足蕨、大羽芒萁、滇越蹄盖蕨 *Athyrium christensenii*、滇南狗脊蕨 *Woodwardia magnifica*、东京复叶耳蕨 *Arachniodes tonkinensis* 和中国骨碎补 *Davallia sinensis* 等。

6. 生态类型的多样性

老君山自然保护区蕨类植物的生态类型有大羽芒萁、正里白 *Diplopterygium criticum* 和苏铁蕨 *Brainea insignis* 等阳性植物，也有网蕨 *Dictyodrema heterophlebia*、肠蕨 *Diplaziopsis brunoniana* 和圣蕨 *Dictyocline griffithii* 等阴生植物；有石韦 *Pyrrosia lingua* 和大叶骨碎补 *Davallia divaricata* 等旱生植物，也有滇南蹄盖蕨 *Athyrium austroyunnanense* 和阴湿铁角蕨 *Asplenium obliquissimum* 等湿生植物；有稀子蕨 *Monachosorus henryi* 和鱼鳞蕨 *Acrophorus stipellatus* 等土生植物，也有锡金书带蕨 *Vittaria sikkimensis* 和单行节肢蕨 *Arthromeris wallichiana* 等附生植物。

四、结论与讨论

老君山自然保护区蕨类物种具有如下几个多样性特征：(1) 物种丰富，物种多样性指数较高，如物种丰度指数（Dri）为 41.1；(2) 物种密度及个体密度均较大，分别达 0.02／m^2 和 0.6 株／m^2；(3) 频度最大的物种为中华桫椤、刺蕨和友水龙骨，达 50%；(4) 相对多度最多者为斑点毛鳞蕨，达 5.2%；(5) 物种形态各异，有木本、草本、藤本等种类。大小差别悬殊，大者高达 10 m，叶片长达 3 m，小者植株不及人的指甲大小；(6) 分类群比较齐全而且其系统演化的位置多样，既有最原始的类群，又有最进化的类群，也有分类特征极其多样的类群；(7) 地理成分复杂，但以北部湾或滇东南山地特有成分最突出；(8) 阳性、阴性、旱生、湿生、土生、附生等各类生态类型兼备。

以一个自然保护区作为研究对象，以蕨类植物作为研究内容。在分类和区系地理等定性研究的基础上，再进行蕨类物种多样性的定量研究，能够比较直观地表达该自然保护区蕨类物种的多样性程度。但是，在缺乏相应的对比材料时，物种多样性指数的意义还没有完全得到体现。在这种情况下，辅之以其他多样性特征，基本上能表达一个自然保护区蕨类物种多样性的全貌。

致谢　本文承蒙武素功、朱维明、姜汉侨教授审阅并提出宝贵的修改意见和建议；在野外考察过程中，得到武素功教授和杨永平先生的大力支持；承蒙顾芳小组修改英文摘要。

参 考 文 献

〔1〕云南省林业调查规划院. 云南自然保护区. 北京：中国林业出版社，1989：95—98.

〔2〕杨一光. 云南省综合自然区划. 北京：高等教育出版社，1990.

〔3〕吴征镒. 论中国植物区系的分区问题. 云南植物研究, 1979，**1**(1): 1—20.

〔4〕张建华，王献溥，宋永昌. 生物多样性研究进展. 农村生态环境，1993，**4**：12—15.

〔5〕Lincoln R J, Boxshall G A, Clark P F. A dictionary of ecology, evolution and systematics. London: Cambridge University Press, 1982. 71, 218, 227.